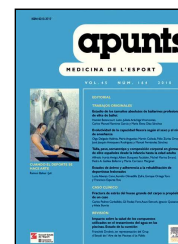


apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



## ARTICLE ESPECIAL

# L'esportista i el pH: importància del lactat i la dieta

Joaquín Pérez-Guisado\*

*Departamento de Genética, Universidad de Córdoba, Córdoba, Espanya*

Rebut el 3 d'abril de 2009; acceptat el 18 de novembre de 2009

### PARAULES CLAU

Acidosis metabòlica subclínica;  
Dietes cetogèniques;  
Potencial de càrrega àcida renal;  
Suplementació;  
Rendiment esportiu

### Resum

No hi ha una evidència bioquímica clara com per afirmar que la producció de lactat causa acidosis, sinó més aviat tot el contrari, ja que el lactat retarda i no causa l'aparició de l'acidosis. A més de la manipulació prèvia a un esdeveniment esportiu de les condicions acidobàsiques del medi intern, mitjançant l'ús d'ajudes ergogèniques com poden ser el bicarbonat o el citrat sòdic, els hàbits alimentaris de l'esportista també hi poden exercir un paper important. Com a exemples clars tenim l'ús de dietes cetogèniques i el d'una alimentació rica en vegetals i fruites. En el primer cas, les dietes cetogèniques podrien ser d'utilitat en activitats esportives amb predomini aeròbic, en detriment de les que tenen un alt component anaeròbic. En relació amb una dieta equilibrada rica en vegetals i fruites, podria contrarestar l'acidosis metabòlica subclínica derivada d'una alta ingesta de productes d'origen animal i aliments amb una alta càrrega glucèmica com són els cereals i els seus derivats. Això contrarestaria la pèrdua de massa muscular i de densitat òssia associada a aquest procés metabòlic. Calen més recerques que aportin dades contrastables sobre la veritable influència i el pes d'aquests patrons alimentaris en la millora del rendiment de l'esportista.

© 2009 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

### KEYWORDS

Low grade chronic metabolic acidosis;  
Ketogenic diets;  
Potential renal acid load;  
Supplementation;  
Athletic performance

### Sportsmen and pH: the importance of lactate and diet

#### Abstract

There is no clear biochemical evidence to support the notion that lactate production causes acidosis; on the contrary, lactate production delays rather than causes acidosis. In addition to manipulation of the internal acid-basic environment before a sporting event through the use of ergogenic aids such as sodium bicarbonate or citrate, the nutritional habits of sportsmen can also play an important role in modulating acidosis. Clear examples are the use of a ketogenic diet or a diet high in fruit and vegetables. Ketogenic diets may

\*Correu electrònic: pv1peguj@uco.es (J. Pérez-Guisado).

be useful in aerobic sporting activities but are detrimental in sporting activities with a high anaerobic component.

A well-balanced diet high in fruit and vegetables can counteract subclinical metabolic acidosis due to a high intake of animal products or high-glycemic load foods such as cereals and related products, which could prevent the loss of muscle mass and bone density associated with this metabolic process. Further investigations are required to determine the real influence of these nutritional patterns in improving sporting performance.

© 2009 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducció

Hi ha una gran controvèrsia sobre si manipular les condicions del pH intern afavoreix o no el rendiment esportiu, especialment en activitats amb alt component de tipus anaeròbic. Així, mentre que uns autors afirmen que l'ús d'ajudes ergogèniques com el bicarbonat o el citrat potàssic suposen un extra que podria millorar el rendiment en activitats esportives de curta durada<sup>1-4</sup>, altres autors demostren en els seus estudis tot el contrari<sup>5-8</sup>. A més d'aquesta controvèrsia, entre el col·lectiu d'especialistes en medicina esportiva n'hi ha molts que consideren el lactat com el responsable principal del possible increment de l'acidosis associada a l'entrenament d'alta intensitat<sup>9</sup>. Tanmateix, com veurem més endavant, el lactat més que un enemic és un aliat<sup>10</sup>, i independentment de la possibilitat de manipular l'entorn acidobàsic de l'organisme d'una manera esporàdica amb suplementes alcalins, hi ha evidències científiques que demostren les millores que es podrien obtenir mitjançant patrons alimentaris que incidissin en aquestes condicions d'equilibri acidobàsic intern. L'objectiu d'aquesta revisió serà aclarir per quin motiu el lactat s'oposa a l'acidosis i quins patrons alimentaris relacionats amb aquest equilibri acidobàsic podrien ser d'utilitat en l'esportista.

La revisió bibliogràfica s'ha fonamentat en la cerca electrònica a través de les bases de dades MEDLINE, DOAJ, IM-BIOMED i ELSEVIER. S'ha utilitzat el cercador Google amb la intenció de trobar enllaços d'interès que posteriorment poguessin ser demostrats amb publicacions recollides en les bases de dades esmentades o de revistes indexades en qualsevol altra base de dades. S'han utilitzat com a criteris de cerca:

- Llengua: anglès i/o espanyol.
- Que siguin articles amb resum disponible.
- Respecte de les dates de publicació: no s'han posat límits, i s'hi ha acceptat qualsevol data, amb la intenció de disposar del màxim d'informació possible.
- Àrees on buscar les paraules claus introduïdes: títol i resum.

A més de la recerca electrònica, també s'ha aconseguit documentació en format paper i accés a textos que necessitaven subscripció a través de la base de dades de la biblioteca de la Universitat de Florida (EUA) i de la Universitat de Còrdova (Espanya).

## L'acidosis metabòlica induïda per l'exercici no és provocada pel lactat

Sembla que hi ha consens a considerar com a principal responsable de la fatiga muscular associada a l'exercici d'alta intensitat el descens que es produeix del pH intracel·lular. L'associació fatiga muscular-acidosis intramuscular ve donada per tres causes principals: d'una banda, es bloqueja la troponina, amb la qual cosa, en no poder alliberar calci del reticle sarcoplasmàtic, s'impossibilita la formació del complex actomiosina; d'altra banda, es limita l'activitat de la fosfofructocinasa (enzim clau en la glucòlisi) i per últim es danya l'activitat de la miosina ATPasa<sup>9</sup>.

El desenvolupament de l'acidosis metabòlica com a conseqüència de l'exercici d'intensitat ha estat tradicionalment explicat per l'increment en la producció d'àcid làctic, que provoca l'alliberament d'un protó i la formació de la base, el lactat sòdic. Prenent com a base aquesta explicació, si la taxa de producció de lactat és prou alta, la capacitat d'amortiment de protons cel·lular pot ser excedida, tot resultant en una disminució en el pH intracel·lular<sup>10</sup>. Aquesta ha estat una explicació clàssica de la bioquímica de l'acidosis metabòlica com a causa important de la fatiga muscular induïda per l'exercici físic des de fa més de vuitanta anys, per bé que no hi ha evidència clara per afirmar que la producció de lactat causa acidosis. Més aviat és tot el contrari, la producció de lactat retarda i no causa pas l'esmentada acidosis, o sigui que aquesta seria conseqüència d'altres reaccions diferents de la producció del lactat. Cada vegada que es trenca un ATP en ADP i P<sub>i</sub>, s'allibera un protó. Quan la contracció muscular i la seva demanda d'ATP és satisfeta per la respiració mitocondrial, no es produeix acumulació de protons en la cèl·lula, ja que els protons són usats pel mitocondri per a dues comeses: la fosforilació oxidativa i el manteniment del gradient de protons present en l'espai intermembrana<sup>10</sup>. Ens podríem preguntar què passa quan la intensitat de l'exercici s'incrementa i assoleix el llindar anaeròbic; en aquest cas es trenca aquesta estabilitat i hi ha una més gran dependència en la regeneració d'ATP per part de la glucòlisi i el sistema fosfagen. L'ATP que és aportat d'aquestes fonts no mitocondrials i que és eventualment usat per alimentar el múscul, incrementa l'alliberament de protons i causa l'acidosis que apareix associada a l'exercici d'intensitat. Però tots sabem que en aquestes situacions d'acidosis el lactat està elevat, però l'explicació no és que el lactat hagi desencadenat aquesta

acidosi, sinó tot el contrari: el lactat s'ha produït per prevenir l'acumulació de piruvat i aportar el NAD<sup>+</sup> necessari per a la fase 2 de la glucòlisi, de tal manera que si el múscul no produís lactat, l'acidosi i la fatiga muscular s'esdevindrien més ràpidament i el rendiment durant l'exercici seria perjudicat d'una manera greu<sup>10</sup>. Si tenim en compte aquestes evidències, podríem afirmar que els estudis que intenten quantificar l'esgotament d'un esportista a través del lactat generat podrien presentar un greu error metodològic, perquè encara que el lactat s'associa a una alta intensitat d'exercici, si davant d'iguals intensitats tenim concentracions més elevades de lactat, tindríem un indubtable avantatge a favor de l'esportista amb el lactat més elevat. Malgrat que això pugui semblar una mica estrany, no és així, tal com ho demostra l'estudi d'Alvero et al<sup>11</sup>, en el qual observen que els subjectes que s'entrenen més nombre d'hores setmanals i tenen millors marques després d'una maratón, també tenen concentracions més elevades de lactat.

### Dietes cetogèniques respecte de dietes altes en hidrats de carboni

Com sabem, la quantitat de bases present en sang intervinrà en l'amortiment del descens del pH que es produeix com a conseqüència de l'exercici físic, a causa d'uns valors més alts de diòxid de carboni, H<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, àcids grassos i cossos cetònics. S'ha comprovat que quan es fa una càrrega d'hidrats de carboni per recuperar els nivells de glucogen perdut, mitjançant les denominades tècniques de supercompensació del glucogen o sobrecàrrega d'hidrats de carboni (actualment es coneixen tres tècniques amb una semblant eficàcia)<sup>12</sup>, també es produeix una recuperació del nivell de bases en repòs<sup>13</sup>. Aquest nivell de bases també resulta afectat pel tipus de dieta, independentment del nivell de glucogen aconseguit. Així, s'ha demostrat que dietes cetogèniques (altes en greixos-proteïnes i pobres en hidrats de carboni), concretament amb un 3% d'hidrats de carboni, s'associen a valors de pH sanguini més baixos o àcids respecte de dietes altes en hidrats de carboni (entorn del 70%) en què els valors són més bàsics i, per tant, més beneficiosos per a la pràctica esportiva, sent aquests més alcalins que fins i tot els que es corresponen amb dietes que tenen nivells d'hidrats de carboni de l'ordre del 50%<sup>14</sup>.

De la mateixa manera, mentre que la càrrega d'hidrats de carboni després de fer exercici físic afavoreix positivament el nivell bàsic sanguini, l'efecte contrari és exercit quan l'exercici físic és seguit per una dieta baixa en hidrats de carboni<sup>13</sup>. Fins i tot sense que es produeixin canvis en els nivells de glucogen, i quan s'exposa als subjectes d'estudi a 3-4 dies de dieta cetogènica, els resultats de rendiment en exercicis de curta durada són pitjors malgrat que els nivells de lactat sanguini són menors. Els autors expliquen aquesta paradoxa —més gran acidosi però menor lactat— argumentant que en aquest tipus de dietes, a causa d'unes concentracions més elevades de cossos cetònics i àcids grassos circulants (que són àcids orgànics forts), es produeix una acidosi extramuscular que bloquejaria en part la sortida de lactat i H<sup>+</sup>, de tal manera que l'acidosi intramuscular esdevindria més gran, fenomen que acceleraria el procés de fatiga muscular<sup>15</sup>. Tenint en compte el que es descriu en

l'apartat anterior, una altra explicació factible per a aquestes troballes seria que a causa dels efectes amortidors en l'acidosi del lactat, el fet que hi hagi menys lactat tindrà irremeiablement associat una acidosi metabòlica més elevada.

Considerant el que s'ha descrit, podríem pensar que els esports més afectats són aquells en què es produeix amb més facilitat una situació d'acidosi metabòlica i que, com ja s'ha comentat, són aquells en què la intensitat de l'exercici s'incrementa i assoleix el llindar anaeròbic<sup>10</sup>. Estaríem parlant d'un metabolisme glucolític anaeròbic, és a dir, exercicis d'alta intensitat i curta durada, en què el VO<sub>2màx</sub> és superior al 70%. Però podria això afectar els exercicis de tipus aeròbic? Sembla que, efectivament, els exercicis de tipus anaeròbic en resultarien afectats, amb el consegüent menor rendiment dels atletes, tant a VO<sub>2màx</sub> del 70%<sup>16,17</sup> com del 80-95%<sup>18</sup>. Però per a altres autors, a VO<sub>2màx</sub> del 90% no hi ha diferències entre dietes baixes i altes en hidrats de carboni, mentre que en exercicis del 60% els resultats són millors per a les dietes baixes en hidrats de carboni<sup>19</sup>. La resposta a aquesta consideració resideix en el fet que si al cos se li dona la capacitat d'adaptar-se a aquests tipus de dietes, procés que acostuma a durar més de 6 dies<sup>18</sup>, aquest seria capaç de donar prioritat a la utilització energètica del greix, tot afavorint-ne el consum i inhibint la utilització del glucogen, la qual cosa suposaria una millora en el rendiment esportiu<sup>20</sup>. Considerant els estudis descrits, després d'un període d'adaptació superior a 6 dies, les dietes cetogèniques podrien ser d'utilitat en exercicis aeròbics de llarga durada en què el glucogen s'exhaureix ràpidament, com ara maratons o rutes de ciclisme, ja que podrien donar a l'atleta una major eficiència en la utilització del greix, que és la font energètica principal durant l'activitat, llevat dels esprints que l'atleta pogués fer. En canvi, podrien baixar el rendiment en esports amb un més alt component anaeròbic, ja sigui en forma d'aixecament de pesos, esprints, salts, etc.

Respecte dels possibles efectes secundaris d'aquest tipus de dietes, hi ha multitud d'estudis que reporten la seva gran seguretat tant a nivell hepàtic, renal com cardiovascular<sup>21,22</sup>, a més de tenir la capacitat d'afavorir la pèrdua selectiva de greix, tot preservant la massa muscular<sup>21,23</sup>.

Respecte de si les dietes cetogèniques poden ser potencialment canceroses a causa de l'alta ingesta de productes d'origen animal, sembla que la certesa és ben al contrari, ja que aquestes dietes han demostrat ser eficients no sols en la reducció de la grandària tumoral, sinó també en la pèrdua de pes associada al procés cancerós, tant en ratolins com en humans<sup>24</sup>.

D'acord amb tot el que s'ha reportat, valdria la pena provar aquest tipus de dietes en esports de tipus aeròbic.

### Possibles efectes negatius d'una acidosi crònica subclínica

Un altre tema important que val la pena considerar en l'equilibri acidobàsic de l'organisme, es relaciona amb el tipus de dietes que se solen seguir als països industrialitzats. Antigament l'alimentació es caracteritzava per una gran quantitat de vegetals, però avui dia aquests han per-

dut protagonisme davant de les proteïnes d'origen animal i els hidrats de carboni concentrats procedents dels cereals, ja sigui refinats o no. Aquest fenomen es pot associar a un procés d'acidosis metabòlica de tipus subclínic que podria afavorir tant la pèrdua de massa muscular com la densitat òssia associada al procés d'envelliment<sup>25</sup>.

El procés d'acidosis metabòlica subclínica prolongat durant el temps té una sèrie de conseqüències negatives en l'organisme que repercuteixen perniciosament en la salut, tant de persones normals com d'esportistes, i que per tant val la pena de considerar. Podríem indicar les següents conseqüències:

- Afavoreix la pèrdua de massa muscular, a causa d'un balanç de nitrogen negatiu reflectit en un augment de les pèrdues urinàries de nitrogen. Això és produït per diferents factors: d'una banda, l'organisme, en un intent d'amortir l'acidificació interna que es produeix, utilitza la glutamina. Com ja sabem, el múscul és el principal magatzem de la glutamina, de tal manera que es produeix un procés catabòlic muscular que es tradueix en una pèrdua de massa muscular associada<sup>26,27</sup>. Aquest procés teòricament podria ser revertit o evitat augmentant les reserves alcalines del cos a través de l'alimentació. Així, en un estudi realitzat en dones postmenopàusiques es va comprovar que la suplementació diària amb uns 10 g de bicarbonat potàssic era capaç d'evitar la pèrdua de massa muscular i d'afavorir la recuperació del que s'havia perdut com a conseqüència d'aquest procés d'acidosis metabòlica<sup>26</sup>.
- Afavoreix el bloqueig dels processos anabòlics normals que tenen lloc en el cos a través de: un descens en l'activitat del factor anabòlic IGF-1<sup>28</sup>, un augment en la resistència a l'hormona del creixement i un augment en les concentracions de cortisol<sup>28,29</sup>, que de per si poden estar alts si tenim en compte els efectes catabòlics que pot produir l'exercici a través de la inducció en l'alliberament d'aquesta hormona<sup>30</sup>.
- Podria afavorir un alentiment del metabolisme basal de l'individu a través d'un lleu hipotiroidisme<sup>28</sup>.
- Afavoreix la pèrdua de calci a través d'una hipercalcúria. Igual que el principal reservori de glutamina és el múscul, el principal reservori de calci és l'os, i de la mateixa forma que la glutamina era utilitzada com a agent neutralitzador de l'àcid, el mateix s'esdevé amb el calci, amb la qual cosa aquest és mobilitzat des de l'os en un intent de reduir l'acidesa present al medi intern. Com és normal, la conseqüència final serà una menor densitat òssia i, doncs, ossos més dèbils<sup>26,28,31,32</sup>.

Com queda reflectit en la taula 1, a més d'una abundant hidratació, en la nutrició de l'esportista la fruita i la verdura podrien ser de gran ajuda no solament per l'aportació de vitamines, minerals, fibres i antioxidants, sinó també perquè milloren l'equilibri acidobàsic del medi intern, tot afavorint per tant la recuperació després de situacions que incrementen l'acidesa, com pot ser l'exercici físic. A l'hora de planificar dietes personalitzades, el nutricionista hauria de tenir molt en compte com poden influir els aliments en l'equilibri acidobàsic final. Això es pot mesurar mitjançant el potencial de càrrega àcida renal (PCAR) que té cada ali-

**Taula 1** Potencial de càrrega àcida renal (PCAR) de certs tipus d'aliments o begudes

Aliments/begudes	PCAR (mEq/100 g d'aliment)
Vi negre o blanc, agua mineral i cafè	-1,7
Xocolata pura	0
Cervesa	1
Oli i greixos	0
Fruites fresques i sucs	-3,1
Vegetals en general (espàrrecs: dels més àcids; espinacs: dels més bàsics)	-2,8
Sucre (sacarosa) / mel	-0,1/-0,3
Patata	-4,0
Gra i productes derivats en general	3,5
Pasta	6,7
Farina i derivats com el pa	7,0
Peix	7,9
Carn i derivats	9,5
Llet i lactis en general	1,0
Formatges amb baix contingut en proteïnes (<15 g/100 g)	8,0
Formatges amb alt contingut en proteïnes (>15 g/100 g)	23,6

ment (representa la càrrega àcida que rep el ronyó com a conseqüència de la ingestió d'aquest determinat aliment)<sup>33</sup> i que ens orientarà sobre quin és l'equilibri final que obté l'esportista en funció del pla nutricional que se li ha planificat. En la taula 1 s'indiquen aquests potencials, que són més àcids com més positius siguin aquests valors i més bàsics com més negatius<sup>33,34</sup>.

## Conclusions i consideracions finals

- El lactat produït durant l'exercici físic té un efecte beneficiós sobre aquest, ja que actua oposant-se a l'acidosis metabòlica que es pogués produir.
- Les dietes cetogèniques podrien augmentar el rendiment en activitats esportives amb un alt component aeròbic, amb un període previ d'adaptació d'aproximadament una setmana, malgrat que baixaria el rendiment en activitats anaeròbiques.
- A més d'una hidratació correcta, una dieta equilibrada rica en vegetals i fruites evitaria en gran part l'acidosis metabòlica subclínica a què la majoria dels esportistes estan sotmesos a causa de les seves més altes necessitats proteicoenergètiques, que els fan tenir un alt consum de productes d'origen animal i aliments amb una alta càrrega glucèmica del tipus dels cereals i els seus derivats.
- Tenint en ment que els dos moments claus quant a la suplementació de l'esportista són aproximadament una hora abans de l'activitat física i just després<sup>30</sup>, una manera d'unir la necessitat d'administrar dues preses riques en proteïnes i hidrats de carboni sense repercutir

negativament en l'equilibri acidobàsic final de l'esportista, seria restringint els hidrats de carboni procedents dels cereals o substituir-los per altres aliments rics en hidrats de carboni però amb un PCAR negatiu, com poden ser la patata, els sucres de fruita, fruites d'alta càrrega glucèmica com el plàtan, o fins i tot el sucre de taula (sacarosa) o la mel.

- Respecte de la pregunta: ¿seria possible harmonitzar els beneficis d'una dieta cetogènica amb el principi d'intentar evitar l'acidosis metabòlica subclínica?, seria raonable pensar que tenint en compte que les dietes cetogèniques es caracteritzen per ser riques en productes d'origen animal, una manera de contrarestar la possible acidosis metabòlica subclínica sense trencar el procés de cetosi es podria aconseguir mitjançant l'ús de vegetals amb una càrrega glucèmica baixa, de tal manera que els pocs hidrats de carboni que obtingui l'esportista vinguin d'aquesta font alimentària.
- Totes aquestes conclusions i consideracions aportades caldria confirmar-les amb més investigacions que aportin dades precises sobre una òptima compatibilitat entre patrons alimentaris, salut i millora del rendiment esportiu.

### Conflicte d'interessos

Els autors declaren no tenir cap conflicte d'interessos.

### Bibliografia

- García Caicoya AM. Efectos del bicarbonato sódico sobre la acidosis láctica y el rendimiento en pruebas sucesivas de 300 m. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte*. 2003;3:112-24
- Wilkes D, Gledhill N, Smyth R. Effect of acute induced metabolic alkalosis on 800 m racing time. *Med Sci Sports Exerc*. 1983;15:227-80.
- Goldfinch J, McNaughton L, Davis P. Induced metabolic alkalosis and its effects on 400 m race. *Eur J Appl Physiol*. 1988;55:223-7.
- Bird SR, Wiles J. The effect of sodium bicarbonate ingestion on 1500 m racing time. *J Sports Sci*. 1995;13:399-403.
- Kinderman W, Keul J, Hubber G. Physical exercise after induced alkalosis. *Eur J Appl Physiol*. 1977;37:197-204.
- Gaitanos GC, Nevill ME, Brooks S, Williams C. Repeated bouts of sprint running after induced alkalosis. *J Sports Sci*. 1990;9:335-70.
- Ibáñez J, Pullinen T, Gorostiaga E, Postigo A, Mero A. Blood lactate and ammonia in short-term anaerobic work following induced alkalosis. *J Sports Med Phys Fitness*. 1995;35:187-93.
- Tiryaki GR, Atterbom HA. The effects of sodium bicarbonate and sodium citrate on 600 m running time of trained females. *J Sports Med Phys Fitness*. 1995;35:194-8.
- Águila CS. Variaciones del pH en los esfuerzos de alta intensidad y su incidencia sobre el rendimiento. *Lecturas: EF y Deportes*. 1999;4:17. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd17a/ph.htm>
- Robergs RA, Ghiasvand F, Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2004;287:R502-16.
- Alvero JR, García J, Pérez F, Berdugo C, De Diego AM. Concentraciones de lactato tras una maratón en relación con los años de entrenamiento y la mejor marca. *Apunts Med Esport*. 2000;35:21-4.
- Pérez-Guisado J. Rendimiento deportivo: glucógeno muscular y consumo proteico. *Apunts Med Esport*. 2008;43:142-51.
- Greenhaff PL, Gleeson M, Maughan RJ. The effects of dietary manipulation on blood acid-base status and the performance of high intensity exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1987;56:331-7.
- Greenhaff PL, Gleeson M, Maughan RJ. Diet-induced metabolic acidosis and the performance of high intensity exercise in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1988;57:583-90.
- Ivy JL, Lee MC, Brozinick Jr JT, Reed MJ. Muscle glycogen storage after different amounts of carbohydrate ingestion. *J Appl Physiol*. 1988;65:2018-23.
- Helge JW, Wulff B, Kiens B. Impact of a fat-rich diet on endurance in man: role of the dietary period. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30:456-61.
- Pruett ED. Glucose and insulin during prolonged work stress in men living on different diets. *J Appl Physiol*. 1970;28:199-208.
- Helge JW. Adaptation to a fat-rich diet: effects on endurance performance in humans. *Sports Med*. 2000;30:347-57.
- Lambert EV, Speechly DP, Dennis SC, Noakes TD. Enhanced endurance in trained cyclists during moderate intensity exercise following 2 weeks adaptation to a high fat diet. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1994;69:287-93.
- Lambert EV, Goedecke JH, Zyle C, Murphy K, Hawley JA, Dennis SC, et al. High-fat diet versus habitual diet prior to carbohydrate loading: effects on exercise metabolism and cycling performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2001;11:209-25.
- Pérez-Guisado J. Arguments in favor of ketogenic diets. *The Internet Journal of Nutrition and Wellness*. 2007;4:2.
- Pérez-Guisado J. Las dietas cetogénicas: beneficios adicionales a la pérdida de peso y efectos secundarios infundados. *Alan*. 2008;58:en prensa.
- Pérez-Guisado J. Las dietas cetogénicas: fundamentos y eficacia para la pérdida de peso. *Alan*. 2008;58:126-31.
- Pérez-Guisado J. Hidratos de carbono, metabolismo de la glucosa y cáncer. *Endocrinología y Nutrición*. 2006;53:252-5.
- Frassetto I, Morris RC, Sellmeyer DE, Todd K, Sebastian A. Diet, evolution and aging: The pathophysiological effects of the post-agricultural inversion of the potassium-to-sodium and base-to-chloride ratios in the human diet. *Eur J Nutr*. 2001;40:200-13.
- Frassetto I, Morris RC, Sebastian A. Potassium bicarbonate reduces urinary nitrogen excretion in postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab*. 1997;82:254-9.
- Welbourne TC, Joshi S. Enteral glutamine spares endogenous glutamine in chronic acidosis. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 1994;18:243-7.
- Wiederkehr M, Krapf R. Metabolic and endocrine effects of metabolic acidosis in humans. *Swiss Med Wkly*. 2001;10:127-32.
- Maurer M. Neutralization of Western diet inhibits bone resorption independently of K intake and reduces cortisol secretion in humans. *Am J Physiol Renal Physiol*. 2003;284:F32-40.
- Pérez-Guisado J. Importancia del momento en que se realiza la ingestión de nutrientes. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte*. 2009;9:13-23.
- New SA. The role of the skeleton in acid-base homeostasis. *Proc Nutr Soc*. 2002;61:151-64.
- Buclin T, Cosma M, Appenzeller M, Jacquet AF, Décosterd LA, Bidlaz J, et al. Diet acids and alkalis influence calcium retention in bone. *Osteoporos Int*. 2001;12:493-9.
- Barzel US, Massey LK. Excess dietary protein can adversely affect bone. *J Nutr*. 1998;128:1051-3.
- Remer T, Manz F. Potential renal acid load of foods and its influence on urine pH. *J Am Diet Assoc*. 1995;95:791-7.